



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2004114551/02, 12.05.2004

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
12.05.2004

(43) Дата публикации заявки: 27.10.2005

(45) Опубликовано: 20.10.2006 Бюл. № 29

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: ДУБИНИН Г.Н. Диффузионное  
хромирование сплавов. - М.: Машиностроение,  
1964, с.336. ЛЯХОВИЧ Л.С., Химико-термическая  
обработка металлов и сплавов. - М.:  
Металлургия, 1981, с.14-16. RU 2157859 C2,  
20.10.2000. GB 1002512 A, 25.08.1965.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, К-2, ул. Мира, 19,  
ГОУ УГТУ-УПИ, центр интеллектуальной  
собственности

(72) Автор(ы):

Грачев Сергей Владимирович (RU),  
Мальцева Людмила Алексеевна (RU),  
Колпаков Александр Сергеевич (RU),  
Мальцева Татьяна Викторовна (RU),  
Юрин Станислав Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Уральский государственный технический  
университет - УПИ" (RU)

(54) СПОСОБ И СОСТАВ ДЛЯ КАРБОХРОМИРОВАНИЯ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к металлургии, в частности к химико-термической обработке, и может быть использовано для повышения долговечности машин, механизмов и инструмента. Способ включает последовательное проведение цементации и хромирования. Цементацию и хромирование проводят в псевдооживленном слое. Для цементации используют смесь, содержащую следующие компоненты, мас.-%: древесный уголь - 5-30, вода - 5-10, корунд - остальное. Хромирование проводят в смеси, содержащей

следующие компоненты, мас.-%: металлический хром - 0,8-12, хлористый аммоний - 0,008-0,16, корунд - остальное. В частных воплощениях изобретения цементацию проводят в твердом карбюризаторе при 900-1000°C в течение 90-240 минут, а хромирование - при 900-950°C в течение 60-240 минут. Техническим результатом изобретения является повышение насыщающей способности, сокращение длительности процесса химико-термической обработки, а также повышение износостойкости и коррозионной стойкости поверхности стальных деталей. 1 з.п. ф-лы, 1 табл.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2004114551/02, 12.05.2004**

(24) Effective date for property rights: **12.05.2004**

(43) Application published: **27.10.2005**

(45) Date of publication: **20.10.2006 Bull. 29**

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, K-2, ul. Mira, 19,  
GOU UGTU-UPI, tsentr intellektual'noj sobstvennosti**

(72) Inventor(s):

**Grachev Sergej Vladimirovich (RU),  
Mal'tseva Ljudmila Alekseevna (RU),  
Kolpakov Aleksandr Sergeevich (RU),  
Mal'tseva Tat'jana Viktorovna (RU),  
Jurin Stanislav Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie  
vysshego professional'nogo obrazovanija  
"Ural'skij gosudarstvennyj tekhnicheskij  
universitet - UPI" (RU)**

(54) **METHOD AND COMPOSITION FOR CARBO-CHROMIZING OF STEEL ARTICLES**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy; chemical-thermal treatment of articles.

SUBSTANCE: proposed method includes successive case-hardening and chromizing in fluidized layer. For case-hardening of articles use is made of mixture containing the following components, mass-%: charcoal, 5-30; water, 5-10; the remainder being corundum. Chromizing is carried out in mixture containing the following components, mass-%: metallic chromium, 0.8-12;

ammonia chloride, 0.008-0.16; the remainder being corundum. In particular cases, case-hardening is carried out in solid carburizer at temperature of 900-1000°C continued for 90-240 min and chromizing is carried out at temperature of 900-950°C for 60-240 min.

EFFECT: increased saturating capacity; reduced duration of process; enhanced wear resistance and corrosion resistance of steel parts.

2 cl, 1 tbl., 1 ex

Изобретение относится к металлургии, в частности к химико-термической обработке (ХТО), и может быть применено в машиностроении для повышения долговечности машин, механизмов и инструмента. Применение различных способов ХТО позволяет получать различные свойства диффузионного слоя: высокая твердость, износостойкость, теплостойкость, коррозионная стойкость и другие. Однако наряду с имеющимися достоинствами каждый из применяемых методов ХТО имеет некоторые недостатки. Общим недостатком всех видов ХТО является большая длительность процесса, обусловленная необходимостью протекания диффузионных процессов.

Широкое распространение получили такие способы ХТО, как цементация и хромирование.

Цементацию проводят различными способами, которые позволяют получать довольно большую глубину диффузионной зоны (до 2,0 мм). Однако получаемые при этом свойства поверхностного слоя не всегда удовлетворяют предъявляемым требованиям к изделиям [Лахтин Ю.М., Арзамасов Б.Н. Химико-термическая обработка металлов. М.: Металлургия. 1985. 256 с.].

Наибольшее распространение получили порошковый и вакуумный метод хромирования. В результате диффузионного хромирования повышается твердость, износостойкость и коррозионная стойкость поверхностного слоя за счет образования зоны карбидов хрома. Однако при хромировании наблюдается появление зоны с низким содержанием углерода, иногда даже до чистого феррита, что приводит к резкому падению твердости [Ляхович Л.С. Химико-термическая обработка металлов и сплавов. М.: Металлургия. 1981. 424 с.]. В случае применения высокоуглеродистых сталей для насыщения хромом ухудшаются пластические свойства сердцевины.

В промышленности применяется последовательное насыщение сталей углеродом и хромом. Последовательное карбохромирование, описанное в работах [Дубинин Г.Н. Диффузионное хромирование сплавов. М.: Машиностроение, 1964. 450 с.; Минкевич А.Н. Химико-термическая обработка металлов и сплавов. М., 1965; Бородулин Г.М. и др. В кн. «Защитные покрытия на металлах», Киев, вып.2, 1968; Похмурский В.И. и др. В кн. «Химико-термическая обработка металлов и сплавов». Минск, 1971, с.90.; Юодис А.П., Геллер Ю.А. В кн. «Химико-термическая обработка сталей и сплавов», вып.6, М., 1972, с.115.; Карпенко Г.В. и др. В кн. «Защитные покрытия на металлах», вып.5, Киев, 1971, с.175], рекомендуется применять для повышения задиры- и износостойкости деталей, форм литых под давлением алюминиевых сплавов из штамповых сталей, работающих в условиях повышенного износа в отсутствие ударных нагрузок для повышения коррозионно-усталостной прочности в 3% растворе NaCl.

Наиболее близким по технологии к заявляемому изобретению является изобретение, описанное в работе [Федосов А.И., Просвирин В.И. "Защита жаропрочных сталей от эрозионного износа. Тема 3. ВИНТИ. 1957]. С целью повышения эрозионной стойкости подвергали карбохромированию направляющие и рабочие лопатки газовой турбины, изготовленные из сталей ЭИ434, ЭИ395, ЭИ405, ЭИ673 и ХН35ВТ. Вначале производилась цементация при температуре 1050-1100°C и выдержке 3-10 ч в зависимости от марки стали. Хромирование осуществлялось при такой же температуре в течение 8-12 ч контактным способом. Порошковая смесь состояла из металлического хрома (69%), обработанного соляной кислотой, окиси алюминия (30%) и хлористого аммония (1%). Было установлено, что при толщине диффузионного слоя более 1 мм (оценка по общей глубине диффузии) сопротивление эрозии лопаток увеличивается более чем в 25 раз.

Описанный выше способ технологически прост, не требует специального оборудования, легко реализуется на практике. Однако данный способ отличается высокой энергоемкостью, обусловленной более высокими температурами цементации и длительностью процессов цементации и особенно хромирования, большим содержанием насыщающих компонентов, в частности металлического хрома. Для интенсификации процесса ХТО применяется псевдооживленный слой [Заваров А.С., Баскаков А.П., Грачев С.В. Термическая обработка в кипящем слое. М.: Металлургия. 1981, 82 с.], который

позволяет уменьшить длительность процесса ХТО и расход насыщающих компонентов.

Предлагаемый нами способ отличается от прототипа составами смесей для цементации и хромирования, режимами ХТО, использованием псевдооживленного слоя.

Задачей изобретения является повышение насыщающей способности состава, сокращение длительности процесса ХТО, повышение износостойкости и коррозионной стойкости поверхности стальных изделий.

Поставленная задача решается за счет последовательного осуществления процесса в псевдооживленном слое в две стадии, причем первая стадия включает ХТО в углеродсодержащей смеси (цементация), а вторая - в хромсодержащей (хромирование).

Цементацию в заявляемом изобретении предлагается проводить в карбюризаторе, которым является древесный уголь с добавкой воды. Проведение цементации таким способом существенно упрощает технологию насыщения стали углеродом и не требует дорогостоящего оборудования для контроля насыщающей среды.

Цементацию проводят в смеси, содержащей, мас. %:

Древесный уголь	5-30
Вода	5-10
Корунд	остальное.

Последующее хромирование проводится в смеси, содержащей, мас. %:

Металлический хром	0,8-12
Хлористый аммоний	0,008-0,16
Корунд	остальное

Корунд вводится для создания псевдооживленного слоя.

Уменьшение содержания металлического хрома менее 0,8 мас. % приводит к нестабильности переноса атомов хрома к поверхности. Увеличение его свыше 12 мас. % нецелесообразно в целях экономии материала. Перенос активного хрома происходит через хлорид хрома, для образования которого требуется хлористый аммоний в количестве не менее 0,008 мас. %. Увеличение содержания хлористого аммония выше 0,16 мас. % нецелесообразно.

Заявляемая технология иллюстрируется следующим примером.

Образцы из стали 35 и 30ХГСА сечением 12×12 мм и длиной 55 см, а также готовые пуансоны подвергали последовательному карбохромированию в опытной установке с псевдооживленным слоем. Цементация в указанной смеси проводили в опытной установке при температуре 930°C и времени выдержки 3 часа, последующее хромирование при температуре 950°C с выдержкой 1-2 часа. Результаты экспериментов представлены в таблице.

Использование последовательного карбохромирования позволило получить высокие значения твердости до 2000HV поверхностного слоя за счет образования карбидов хрома  $\text{Cr}_{23}\text{C}_6$  и  $\text{Cr}_7\text{C}_3$ . Глубина карбидного слоя составила  $\approx 70$  мкм. Предварительная цементация позволила исключить образование зоны с пониженной твердостью (обезуглероживания), что является важным фактором для деталей, работающих при ударных нагрузках, например пуансонов.

Высокая концентрация хрома (более 50%) на поверхности карбохромированных изделий способствует высокому сопротивлению коррозии при комнатной и повышенных температурах.

Использование карбохромирования взамен цементации позволило увеличить срок службы пуансонов в 5-6 раз.

Таблица 1 Результаты экспериментов					
Состав смеси Режимы насыщения Результаты исследований	Показатели для предлагаемого способа				
	1	2	3	4	5
ЦЕМЕНТАЦИЯ					
Древесный уголь, мас. %	2	5	10	20	25
Вода, мас. %	5	5	10	10	10
Корунд, мас. %	93	90	80	70	65

Температура насыщения, °C	930				
Время насыщения, мин	180				
ХРОМИРОВАНИЕ					
Металлический хром, мас. %	0,8	3,0	6,0	9,0	12,0
Хлористый аммоний, мас. %	0,008	0,04	0,08	0,12	0,16
Корунд, мас. %	98,99	97,475	94,95	89,90	84,875
Температура насыщения, °C	950				
Время насыщения, мин	30		60	90	120
Микротвердость	Сталь 30ХГСА	1930	2010	1950	1900
	Сталь 35	1930	1950	1900	1860
Состояние поверхности	удовлетворительное				
Относительная Износостойкость *	1,1-1,4				1,28-1,30
Коррозионная стойкость при 300°С**	Коррозия не наблюдалась				
*За базовое значение износостойкости принимали износостойкость образцов после цементации.					
**После цементации скорость коррозии для стали 35 составляла 7,6×10 <sup>-3</sup> гм <sup>2</sup> /ч.					

### Формула изобретения

1. Способ карбохромирования стальных изделий, включающий последовательное проведение цементации и хромирования, отличающийся тем, что цементацию и хромирование проводят в псевдоожигенном слое, при этом цементацию проводят в смеси, содержащей следующие компоненты, мас. %: древесный уголь - 5-30, вода - 5-10, корунд - остальное; а хромирование проводят в смеси, содержащей следующие компоненты, мас. %: металлический хром - 0,8-12, хлористый аммоний - 0,008-0,16, корунд - остальное.

2. Способ карбохромирования стальных изделий по п. 1, отличающийся тем, что цементацию проводят в твердом карбюризаторе при 900-1000°C в течение 90-240 мин, а хромирование - при 900-950°C в течение 60-240 мин.